



00862.023197

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

Kotaro AKUTSU

Application No.: 10/649,645

Filed: August 28, 2003

For: EXPOSURE APPARATUS

)
: Examiner: Unassigned
)
: Group Art Unit: Unassigned
)
:
)
:
) October 29, 2003

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Sir:

In support of Applicant's claim for priority under 35 U.S.C. § 119, enclosed is one certified copy of the following foreign application:

JAPAN 2002-255110, filed August 30, 2002.

Applicant's undersigned attorney may be reached in our Washington, D.C., office by telephone at (202) 530-1010. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,

Attorney for Applicant
Steven E. Warner
Registration No. 33,326

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3801
Facsimile: (212) 218-2200
SEW/eab

U.S. App. No. 10/649,645

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 8 月 3 0 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 5 5 1 1 0
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 2 5 5 1 1 0]

出 願 人 キヤノン株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 9 月 1 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 7 5 6 5 9

【書類名】 特許願

【整理番号】 4777009

【提出日】 平成14年 8月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明の名称】 露光装置

【請求項の数】 10

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会社
社内

【氏名】 堆 浩太郎

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100076428

【弁理士】

【氏名又は名称】 大塚 康德

【電話番号】 03-5276-3241

【選任した代理人】

【識別番号】 100112508

【弁理士】

【氏名又は名称】 高柳 司郎

【電話番号】 03-5276-3241

【選任した代理人】

【識別番号】 100115071

【弁理士】

【氏名又は名称】 大塚 康弘

【電話番号】 03-5276-3241

【選任した代理人】**【識別番号】** 100116894**【弁理士】****【氏名又は名称】** 木村 秀二**【電話番号】** 03-5276-3241**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 003458**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【包括委任状番号】** 0102485**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 露光装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電子ビームで基板にパターンを描画する露光装置であって、
基板を支持する基板ステージと、
前記基板ステージを搭載して移動する運搬ステージと、
前記運搬ステージに対して前記基板ステージを相対的に移動させる電磁アクチュエータと、
前記運搬ステージの位置を計測する第 1 計測系と、
前記基板ステージの位置を計測する第 2 計測系と、
前記第 1 計測系及び前記第 2 計測系による計測結果に基づいて前記電磁アクチュエータを制御する制御器と、
前記基板に照射される電子ビームを偏向させる偏向器と、
前記第 2 計測系による計測結果をフィルタリングして前記偏向器に提供するフィルタと、
を備えることを特徴とする露光装置。

【請求項 2】 前記第 2 計測系は、前記基板ステージの位置の他、前記基板ステージの回転を計測し、
前記偏向器は、前記第 2 計測系によって計測された前記基板ステージの位置及び回転に基づいて電子ビームの偏向を調整することを特徴とする請求項 1 に記載の露光装置。

【請求項 3】 前記第 2 計測系は、
所定の基準位置に対する前記基板ステージの位置を計測する第 1 センサと、
前記運搬ステージに対する前記基板ステージの相対位置を計測する第 2 センサとを含み、
前記制御器は、前記第 1 計測系及び前記第 2 センサによる計測結果に基づいて前記電磁アクチュエータを制御し、
前記フィルタは、前記第 1 センサによる計測結果をフィルタリングして前記偏向器に提供することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の露光装置。

【請求項 4】 前記第 2 センサは、前記電磁アクチュエータの近傍における前記基板ステージの相対位置を計測するように配置されていることを特徴とする請求項 3 に記載の露光装置。

【請求項 5】 前記基板ステージは、上部に基板ホルダを有し、前記電磁アクチュエータは、Z 軸方向において前記運搬ステージの重心を介して前記基板と反対側に配置されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載の露光装置。

【請求項 6】 前記フィルタは、所定の帯域を遮断する帯域制限フィルタを含むことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 項に記載の露光装置。

【請求項 7】 前記電磁アクチュエータは、駆動源として電磁石を含むことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項に記載の露光装置。

【請求項 8】 前記電磁アクチュエータは、リニアモータを含むことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項に記載の露光装置。

【請求項 9】 前記電磁アクチュエータは、電磁シールドで覆われていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 8 のいずれか 1 項に記載の露光装置。

【請求項 10】 デバイス製造方法であって、
請求項 1 乃至請求項 9 のいずれか 1 項に記載の露光装置を用いて、感光剤が塗布された基板にパターンを描画する工程と、
該基板を現像する工程と、
を含むことを特徴とするデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電子ビームで基板にパターンを描画する露光装置及び該露光装置を用いたデバイス製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体デバイス等のデバイスの製造においては、マスク上に形成された各種パターンを光でウエハ上に縮小転写するリソグラフィ技術が利用されている。この

リソグラフィ技術で用いるマスクのパターンには極めて高い精度が要求され、これを作成するために電子ビーム露光装置が使用されている。また、マスクを用いることなしにウエハ上に直接パターンを描画する場合にも電子ビーム露光装置が使用されている。

【 0 0 0 3 】

電子ビーム露光装置には、ビームをスポット状にして使用するポイントビーム型、サイズ可変の矩形断面にして使用する可変矩形ビーム型等がある。いずれの方式も、一般的には、電子ビームを発生させる電子銃と、電子銃から発せられた電子ビームを試料上に導くための電子光学系と、試料の全体に電子ビームでパターンを描画するために試料を走査駆動するためのステージ系、及び電子ビームを試料面上に高精度に位置決めしていくための対物偏向器を有している。

【 0 0 0 4 】

対物偏向器により位置決め可能な領域は、電子光学系の収差を小さく抑えるために数ミリ程度に設計される。これに対して、試料の大きさは、例えば、シリコンウエハでは $\phi 200 \sim 300$ mm程度あり、マスクに使用されるガラス基板では150 mm角程度である。したがって、電子ビーム露光装置は、試料を走査駆動してその全体に電子ビームでパターンを描画することを可能にするステージを有している。

【 0 0 0 5 】

ステージは、真空チャンバ内に設置される。また、ステージには、電子ビームの位置決めに影響を与える磁場変動を引き起こさないことが求められる。したがって、従来のステージでは、ボールネジアクチュエータのような接触型のアクチュエータが使用されていた。

【 0 0 0 6 】

一方、従来課題とされていたリソグラフィプロセスの高速化については、例えば、特開平9-330867号公報に開示されているように、複数の電子ビームを設計上の座標に沿って試料面に照射し、設計上の座標に沿ってその複数の電子ビームを偏向させて試料面を走査させるとともに、描画すべきパターンに応じて複数の電子ビームを個別にon/offしながら試料を走査するマルチ電子ビーム型露光装置

がある。マルチ電子ビーム型露光装置は、複数の電子ビームを使ってパターンを描画するので、高いスループットを得ることができる。

【0 0 0 7】

図 6 は、マルチ電子ビーム型露光装置の概要を示す図である。501a, 501 b , 501 c は、個別に電子ビームを on/off することができる電子銃である。502 は、電子銃 501a, 501 b , 501c から複数の電子ビームをウエハ 503 上に縮小投影する縮小電子光学系である。504 は、ウエハ 503 に縮小投影される複数の電子ビームを走査するための偏向器である。

【0 0 0 8】

図 7 は、図 6 に示すマルチ電子ビーム露光装置においてウエハ上を複数の電子ビームで走査する際の様子を示す図である。白丸は、各電子ビームが偏向器 504 により偏向を受けないときにウエハに入射するビーム基準位置 (BS1, BS2, BS3) である。各ビーム基準位置は、設計上の直交座標系 (X_s, Y_s) に沿って配列され、各電子ビームは、ビーム基準位置を基準として設計上の直交座標系 (X_s, Y_s) に従ってそれぞれの露光フィールド (EF1, EF2, EF3) を走査する。これらの露光フィールドが隣接して配置されることにより大きなパターンを描画することができる。

【0 0 0 9】

電子ビームの位置決め応答性は極めて高いため、ステージの機械的制御特性を高める構成よりも、例えば特開平 5-89815 号公報で開示されているように、ステージの姿勢や位置ずれ量を計測し、これに基づいて電子ビームを走査するための偏向器を制御することによりウエハに対する電子ビームの入射位置を調整する構成が一般的である。しかしながら、この方法は、ステージの姿勢や位置ずれ量を計測する際に用いる計測ミラーと露光すべきウエハとの位置関係が不変であることを前提としており、例えば外力により構造体がひずむことにより計測ミラーとウエハとの間に相対的な位置変動が生じたりすると、それがそのままパターン誤差となる。

【0 0 1 0】

また、従来の単一ビームでは、ステージのフォーカスエラー（特に姿勢変動）

は大きな問題とはならないが、複数の電子ビームを使用するマルチ電子ビーム型では、各電子ビームを所定のフォーカス許容値内に追い込むために、 z 方向調整及び姿勢調整（チルト機構）が必要である。しかしながら、調整すべき自由度の増加は、アクチュエータの増加をもたらす。接触型のアクチュエータのような高い剛性を有するアクチュエータの使用は、駆動反力により構造体がひずむ点で非常に不利である。

【0011】

一方、電磁アクチュエータでは、非接触型で剛性を有しない構成を実現することができるため、駆動反力や発塵の問題を解決することができる。ここで、電子ビーム露光では、磁場変動はたとえ微小であっても許されないが、電磁アクチュエータを基板搭載面から遠い位置に配置し、かつ電磁アクチュエータに多重のシールドを設けることで磁場変動問題を軽減することができる。したがって、現在では、電磁アクチュエータを採用することが注目されている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、電子ビーム露光装置におけるステージ駆動用のアクチュエータとして電磁アクチュエータを採用する場合、前述のように、電磁アクチュエータを基板搭載面から遠い位置に配置することが要求される。したがって、ステージ制御用の位置計測を基板搭載面に配置されたミラーを用いて行くと、制御系内の様々な固有振動数の振動を励振するので制御ゲインを高くすることができず、ステージを高速かつ安定的に制御することが難しい。このため、従来は、基板に高速かつ高精度にパターンを描画することが難しかった。

【0013】

本発明は、上記の背景に鑑みてなされたものであり、例えば、基板に高速かつ高精度にパターンを描画すること、或いは、これに加えて基板ステージを安定的に制御することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】

本発明の露光装置は、電子ビームで基板にパターンを描画する露光装置に係り

、該装置は、基板を支持する基板ステージと、前記基板ステージを搭載して移動する運搬ステージと、前記運搬ステージに対して前記基板ステージを相対的に移動させる電磁アクチュエータと、前記運搬ステージの位置を計測する第 1 計測系と、前記基板ステージの位置を計測する第 2 計測系と、前記第 1 計測系及び前記第 2 計測系による計測結果に基づいて前記電磁アクチュエータを制御する制御器と、前記基板に照射される電子ビームを偏向させる偏向器と、前記第 2 計測系による計測結果をフィルタリングして前記偏向器に提供するフィルタとを備えることを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

本発明の好適な実施の形態によれば、前記第 2 計測系は、前記基板ステージの位置の他、前記基板ステージの回転を計測し、前記偏向器は、前記第 2 計測系によって計測された前記基板ステージの位置及び回転に基づいて電子ビームの偏向を調整することが好ましい。

【 0 0 1 6 】

本発明の好適な実施の形態によれば、前記第 2 計測系は、所定の基準位置に対する前記基板ステージの位置を計測する第 1 センサと、前記運搬ステージに対する前記基板ステージの相対位置を計測する第 2 センサとを含み、前記制御器は、前記第 1 計測系及び前記第 2 センサによる計測結果に基づいて前記電磁アクチュエータを制御し、前記フィルタは、前記第 1 センサによる計測結果をフィルタリングして前記偏向器に提供することが好ましい。

【 0 0 1 7 】

本発明の好適な実施の形態によれば、前記第 2 センサは、前記電磁アクチュエータの近傍における前記基板ステージの相対位置を計測するように配置されていることが好ましい。

【 0 0 1 8 】

本発明の好適な実施の形態によれば、前記基板ステージは、上部に基板ホルダを有し、前記電磁アクチュエータは、Z 軸方向において前記運搬ステージの重心を介して前記基板と反対側に配置されていることが好ましい。

【 0 0 1 9 】

本発明の好適な実施の形態によれば、前記フィルタは、所定の帯域を遮断する帯域制限フィルタ（例えば、ローパスフィルタ）を含むことが好ましい。

【0020】

本発明の好適な実施の形態によれば、前記電磁アクチュエータは、駆動源として電磁石を含むことが好ましい。或いは、前記電磁アクチュエータは、リニアモータを含むことが好ましい。

【0021】

本発明の好適な実施の形態によれば、前記電磁アクチュエータは、電磁シールドで覆われていることが好ましい。

【0022】

本発明のデバイス製造方法は、上記の露光装置を用いて、感光剤が塗布された基板にパターンを描画する工程と、該基板を現像する工程とを含むことを特徴とする。

【0023】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施の形態を説明する。

【0024】

〔第1の実施の形態〕

図1は、本発明の好適な実施の形態に係る電子ビーム露光装置の要部概略図である。図1において、電子銃1は、カソード1a、グリッド1b、アノード1cで構成され、カソード1aから放射された電子は、グリッド1bとアノード1cとの間にクロスオーバ像を形成する（以下、これらのクロスオーバ像を電子源という）。

【0025】

電子源から放射される電子は、その前側焦点位置が該電子源位置にあるコンデンサレンズ2によって略平行の電子ビームとなる。略平行な電子ビームは、要素電子光学系アレイ3に入射する。要素電子光学系アレイ3は、ブランキング電極と開口と電子レンズで構成される要素電子光学系が、z軸（電子光学軸）に平行な面内に複数配列されて構成されている。

【0026】

要素電子光学系アレイ3は、電子源の中間像を複数形成し、各中間像は縮小電子光学系4によって縮小投影され、ウエハ5上に電子源像を形成する。ここで、ウエハ5上の電子源像の間隔が電子源像の大きさの整数倍になるように、要素電子光学系アレイ3の各要素電子光学系が設定されている。更に、要素電子光学系アレイ3は、各中間像の電子光学軸方向の位置を縮小電子光学系4の像面湾曲に応じて異ならせるとともに、各中間像が縮小電子光学系4によってウエハ5に縮小投影される際に発生する収差を予め補正するように構成されている。

【0027】

縮小電子光学系4は、第1投影レンズ41と第2投影レンズ42とからなる対称磁気ダブルットと、第1投影レンズ43と第2投影レンズ44とからなる対称磁気ダブルットとで構成される。第1投影レンズ41(43)の焦点距離を f_1 、第2投影レンズ42(44)の焦点距離を f_2 とすると、この2つのレンズ間距離は f_1+f_2 になっている。電子光学軸上の物点は第1投影レンズ41(43)の焦点位置にあり、その像点は第2投影レンズ42(44)の焦点にある。よって、この2つのレンズを通して像は $-f_2/f_1$ に縮小される。また、2つのレンズ磁界が互いに逆方向に作用する様に決定されているので、理論上は、球面収差、等方性非点収差、等方性コマ収差、像面湾曲収差、軸上色収差の5つの収差を除いて他のザイデル収差および回転と倍率に関する色収差が打ち消される。

【0028】

偏向器6は、要素電子光学系アレイ3からの複数の電子ビームを共通に偏向させて、複数の電子源像をウエハ5上でx、y方向に略同一の変位量だけ変位させる。偏向器6は、図示されていないが、偏向幅が広い場合に用いられる主偏向器と偏向幅が狭い場合に用いられる副偏向器で構成されていて、主偏向器は電磁型偏向器で、副偏向器は静電型偏向器である。

【0029】

ダイナミックフォーカスコイル7は、偏向器6を作動させた際に発生する偏向収差により電子源像のフォーカス位置のずれを補正する。ダイナミックスティグコイル8は、ダイナミックフォーカスコイル7と同様に、偏向により発生する偏向収差の非点収差を補正する。

【 0 0 3 0 】

基板ステージとしての微動ステージ11は、ウエハ5を搭載し、電子光学軸(z 軸)方向、z 軸周りの回転方向(θ)及びチルト方向(x 軸周りの回転方向及び y 軸周りの回転方向)、更には z 軸に直交する平面(x、y) 方向に所定量移動可能に配置されている。すなわち、微動ステージ11は、6 自由度を有する。

【 0 0 3 1 】

x y 運搬ステージ(或いは粗動ステージ)としてのセンタスライダ12は、微動ステージ11を搭載し、電子光学軸(z 軸)と直交する x、y 方向に移動可能に配置されている。センタスライダ12としては、例えば、図5に示すような x y 運搬ステージが好適である。図5に示すセンタスライダ12は、真空エアガイド及びリニアモータを用いた構成である。

【 0 0 3 2 】

図5を参照しながら説明すると、センタスライダ12は、底板12b及び柱部材12sで構成されている。底板12bの下面には軸受がステージベース15の上面に対向して構成され、柱部材12sの内側には同様の軸受が x 可動ガイド14x及び y 可動ガイド14yをそれぞれ挟み込むように構成されている。x 可動ガイド14x、y 可動ガイド14yは、十字状にクロスして配置されており、センタスライダ12を x 方向に動かす場合は、x 可動ガイド14xを x 方向用リニアモータ301xにより x 方向に動かすことにより、y 可動ガイド14yの側面及びステージベース15の上面に沿って滑らかに動かすことができる。また、センタスライダ12を y 方向に動かす場合は、y 可動ガイド14yを y 方向用リニアモータ301yにより y 方向に動かすことにより、x 可動ガイド14xの側面及びステージベース15の上面に沿って滑らかに動かすことができる。

【 0 0 3 3 】

次に、微動ステージ11の詳細を図1～図3を参照しながら説明する。

【 0 0 3 4 】

微動ステージ11は、センタスライダ12を取り囲むようなカゴ型構造をしており、x 可動ガイド14x、y 可動ガイド14yを非接触で通すための開口111x、111yを有している。

【 0 0 3 5 】

微動ステージ11の末端部（下端部）には、6個の電磁石Iコア120（120x, 120y, 120z, 120z, 120z）が固定されている。それぞれに対応して電磁石Eコア120'（120x', 120y', 120z', 120z', 120z'）が底板12bに固定されている。微動ステージ11は、電磁石Iコア120及び電磁石Eコア120'で構成される6組の電磁アクチュエータにより6自由度で駆動される。すなわち、3組の電磁アクチュエータ120z, 120z'はz方向に駆動力を発生し、2組の電磁アクチュエータ120y, 120y'はy方向及び θ 方向に駆動力を発生し、1組の電磁アクチュエータ120x, 120x'はx方向に駆動力を発生する。なお、微動ステージ11を6自由度で駆動するための構成は、ここで示した構成に限られず、種々の構成を採用することができる。また、電磁アクチュエータとしては、上記のような電磁石による構成に代えて、リニアモータ等を採用することもできる。

【 0 0 3 6 】

上記のような非接触型の電磁アクチュエータを微動ステージ11の駆動用として採用することにより、微動ステージ11の駆動に伴う駆動反力が生じないので、底板12b等の構造体の歪みや発塵の問題を解決することができる。

【 0 0 3 7 】

電流を流さないIコア120を微動ステージ11に取り付け、コイルを含むEコア120'をセンタスライダ12に取り付けることにより、微動ステージ11への熱伝達が劇的に軽減される他、微動ステージ11が配線を引きずらないなどの利点がある。また、このような電磁アクチュエータは、推力が比較的大きく、電力消費が比較的小さく、また、電流を流さない時には漏れ磁場が発生しないという点で優れている。

【 0 0 3 8 】

電磁石120, 120'は、磁場変動要因にならないようパーマロイなどで多重の電磁シールドがほどこされており、かつ縮小電子光学系4からのもれ磁場の影響を受けないように縮小電子光学系4より十分離れたところに配置されている。具体的には、電磁石120, 120'の位置は、z方向においてセンタスライダ12の重心（又はz方向の駆動中心）を挟んで、ウエハ（基板）5と反対側に配置することが望ま

しい。

【 0 0 3 9 】

微動ステージ11は、その上面に、ウエハ5を保持するための基板ホルダ105、位置計測するための反射ミラー101x、101yを搭載している。基板面レーザ干渉計103(103x, 103y, 103y', 103xp, 103yp; 作図上の都合により103xのみ図示)からレーザ光102x, 102yを反射ミラー101x、101yにそれぞれ照射することにより、例えばチャンバ100の内壁等を基準として、微動ステージ11のx位置及びy位置が計測される。基板面レーザ干渉計103は、例えば、試料チャンバ100に固定されている。更に、基板面レーザ干渉計103(103y', 103xp, 103yp)から反射ミラー101x, 101yにレーザ光102y', 102xp, 102ypを照射することにより、 θ 方向の回転(z軸周りの回転)、及びチルト方向の回転(x軸周りの回転、y軸周りの回転)の計測も行われる。これらの計測ポイント(レーザ光の照射位置)は、ウエハ搭載面近傍とすることが望ましい。微動ステージ11のz方向の位置は、非感光性の光を用いた光学センサ190により計測されうる。

【 0 0 4 0 】

基板面レーザ干渉計103による計測値(例えば、 θ 方向の回転(z軸周りの回転)、及び必要に応じてx軸周りの回転及びy軸周りの回転)は、電子ビームの偏向器6に提供され、これらの計測値に基づいて偏向器6によりウエハ5の位置及び姿勢に応じて電子ビームの軌道(照射位置)が補正される。ここで、微動ステージ11において高周波の振動が励起された場合に当該振動成分を含む計測値が偏向器6に送られることを防止するために、基板面レーザ干渉計103による計測値を帯域制限フィルタ(例えば、ローパスフィルタ)150を介して偏向器6に提供することが好ましい。なお、偏向器6による補正に加えて、微動ステージ11の θ 方向の回転(z軸周りの回転)、x軸周りの回転及びy軸周りの回転の少なくとも1つは、基板面レーザ干渉計103による計測結果に基づいて電磁アクチュエータ120, 120'を制御することによっても補正することができる。さらに、微動ステージ11において高周波の振動が励起されない場合はフィルタを選択的にスルーさせることも可能である。

【 0 0 4 1 】

センタスライダ12の底板12bの側面にも反射ミラー201x、201yが配置されており、センタスライダ（粗動ステージ）12の x 方向及び y 方向の位置が粗動系レーザ干渉計203（203x, 203y; 作図上の都合により203xのみ図示）によって計測される。202x, 202yは、それぞれ粗動系レーザ干渉計203x, 203yによる計測軸（レーザ光の光路）を示している。センタスライダ12の z 軸周り方向に大きく変動する可能性がある場合は、更に θ 方向計測用として、計測軸202y'（及びそれに対応する粗動系レーザ干渉計203y'）を追加してもよい。粗動系レーザ干渉計203による計測値は、微動ステージコントローラ 20 に提供される。

【 0 0 4 2 】

更に、センタスライダ12と微動ステージ11との x、y 及び θ 方向の相対変動を計測する変位センサ220（220x, 220y, 220y'；作図上の都合により202xのみ図示）が配置されている。変位センサ220は、例えば、静電容量型やエンコーダ等が好適であるが、他のタイプのセンサであってもよい。変位センサ220は、電磁石120、120'間のギャップを位相遅れなく正確に計測できるよう電磁石120x、120yの近傍に配置されることが望ましい。

【 0 0 4 3 】

微動ステージ11の x、y 方向（及び、必要に応じて θ 方向）の制御は、コントローラ20が粗、動系レーザ干渉計203及び変位センサ220による計測値に基づいて、微動ステージ11を駆動する電磁アクチュエータを構成する電磁石Eコア120'に対して指令値を送るとともにセンタスライダ12を駆動するリニアモータ301x, 301yに対して指令値を送ることにより行われる。ここで、コントローラ20は、例えば、次のように指令値を決定する。

（１）粗動系レーザ干渉計203による計測値に基づいてセンタスライダ12を駆動するためにリニアモータ301x, 301yに送る指令値を決定する。

（２）粗動系レーザ干渉計203による計測値（x 方向及び y 方向の位置）と変位センサ202による計測値（x 方向及び y 方向の位置、並びに必要に応じて θ 方向）に基づいて（例えば、両計測値の加算値に基づいて）、微動ステージ11を駆動するための電磁アクチュエータを構成する電磁石Eコア120'に送る指令値を決定する。

(3) 変位センサ202による計測値に基づいて制御系（電磁アクチュエータ120, 120' 等）の非線形性を補正する。

【0 0 4 4】

微動ステージ11の制御方法としては、他にも様々な方法が考えられるが、上述の方法によって、微動ステージ11は、粗動ステージ（センタスライダ）12の影響を受けることなく、かつ制御系（特に電磁アクチュエータ）の非線形性が補償された状態で制御される。

【0 0 4 5】

すなわち、この実施の形態では、粗動系レーザ干渉計203による計測値と変位センサ202による計測値に基づいて（例えば両計測値の加算値に基づいて）、微動ステージ11を駆動するための電磁アクチュエータを構成する電磁石Eコア120' に送る指令値を決定する。ここで、粗動系レーザ干渉計203による計測値と変位センサ202による計測値は、共に電磁アクチュエータ120, 120' の近傍を計測ポイントとして計測した値であるためコントローラ20内において制御系の制御ゲインを高く設定することができ、微動ステージ11を高速かつ安定的に制御することができる。これにより高速かつ高精度にウエハにパターンを描画することができる。また、基板面（ウエハ5が配置された面）において若干の振動が生じたとしても、基板面レーザ干渉計103による計測値に基づいて偏向器6が当該振動による電子ビームの位置ずれを補償するので、高精度にウエハにパターンを描画することができる。

【0 0 4 6】

なお、上記の方法とは対照的に、基板面レーザ干渉計103による計測結果に従って電磁アクチュエータ120, 120' を制御しようとする、基板面レーザ干渉計103による計測ポイントと電磁アクチュエータ120, 120' との距離が遠いために制御系内の様々な固有振動数の振動が励振され微動ステージ11を安定的に制御することができない。

【0 0 4 7】

[第2の実施の形態]

この実施の形態では、変位計202を設ける代わりに、粗動系レーザ干渉計203に

よる計測値と基板面レーザ干渉計103による計測値とに基づいて、微動ステージ11を駆動するための電磁アクチュエータを構成する電磁石Eコア120'に送る指令値を決定する。

【0048】

図4は、本発明の第2の実施の形態に係る電子ビーム露光装置の要部概略図である。なお、第1の実施の形態（図1）と同様の構成要素には同一の符号が付されている。

【0049】

この実施の形態では、コントローラ20は、基板面レーザ干渉計103による計測値（x方向及びy方向の位置）及び粗動系レーザ干渉計203による計測値（x方向及びy方向の位置）を取り込んで、演算器21により両者の差分（すなわち、基板面レーザ干渉計103による計測値と粗動系レーザ干渉計203による計測値とのx方向及びy方向のずれ）を演算し、更に、フィルタ処理ブロック22によりその演算結果に対して電磁アクチュエータ120, 120'、微動ステージ11、反射ミラー101等からのなる構造体の特性を打ち消すフィルタ処理をし、その結果に基づいて電磁石Eコア120'に送る指令値を補正する。これにより、微動ステージ11の制御系をゲインを高くすることができ、微動ステージ11を高速かつ安定的に制御することができる。

【0050】

ここで、コントローラ20のフィルタ処理ブロック22は、例えば、制限する帯域が可変の少なくとも1つの帯域制限フィルタを有し、該フィルタによる制限帯域をシミュレーション結果又は実験結果に基づいて調整することにより、微動ステージ11の制御を安定化させることができる。

【0051】

ここで、微動ステージ11において高周波の振動が励起された場合は、もはや反射ミラー101とウエハ（基板）5との位置関係が一定であるという保証はない。そこで、当該振動成分を含む計測値が偏向器6に送られることを防止するために、基板面レーザ干渉計103による計測値を帯域制限フィルタ（例えば、ローパスフィルタ）150を介して偏向器6に提供することが好ましい。さらに、微動ステージ

11において高周波の振動が励起されない場合はフィルタを選択的にスルーさせることも可能である。

【0 0 5 2】

[応用例]

次に上記の露光装置を利用した半導体デバイスの製造プロセスを説明する。図 8 は、半導体デバイスの全体的な製造プロセスのフローを示す図である。ステップ1（回路設計）では半導体デバイスの回路設計を行なう。ステップ2（露光制御データ作成）では設計した回路パターンに基づいて、露光制御（例えば、電子ビームのon/off制御）のための露光制御データを作製する。一方、ステップ3（ウエハ製造）ではシリコン等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ4（ウエハプロセス）は前工程と呼ばれ、上記の電子ビーム露光装置を露光工程に使って、リソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。次のステップ5（組み立て）は後工程と呼ばれ、ステップ4によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の組立て工程を含む。ステップ6（検査）ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これを出荷（ステップ7）する。

【0 0 5 3】

図 9 は、上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す図である。ステップ11（酸化）ではウエハの表面を酸化させる。ステップ12（CVD）ではウエハ表面に絶縁膜を成膜する。ステップ13（電極形成）ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14（イオン打込み）ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ15（レジスト処理）ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ16（露光）では上記の電子ビーム露光装置によって回路パターンをウエハに描画する。ステップ17（現像）では露光したウエハを現像する。ステップ18（エッチング）では現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ19（レジスト剥離）ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行なうことによって、ウエハ上に多重に回路パターンを形成する。

【 0 0 5 4 】**【発明の効果】**

本発明によれば、例えば、基板に高速かつ高精度にパターンを描画すること、
或いは、これに加えて基板ステージを安定的に制御することができる。

【図面の簡単な説明】**【図 1】**

本発明の第 1 の実施の形態に係る電子ビーム露光装置の要部概略図である。

【図 2】

好適な微動ステージの概略図である。

【図 3】

好適な運搬ステージの概略図である。

【図 4】

本発明の第 2 の実施の形態に係る電子ビーム露光装置の要部概略図である。

【図 5】

好適な X Y 運搬ステージを示す図である。

【図 6】

従来のマルチ電子ビーム型露光装置の概要図である。

【図 7】

ウエハ上を複数の電子ビームを走査した際の様子を示す図である。

【図 8】

半導体デバイスの全体的な製造プロセスのフローを示す図である。

【図 9】

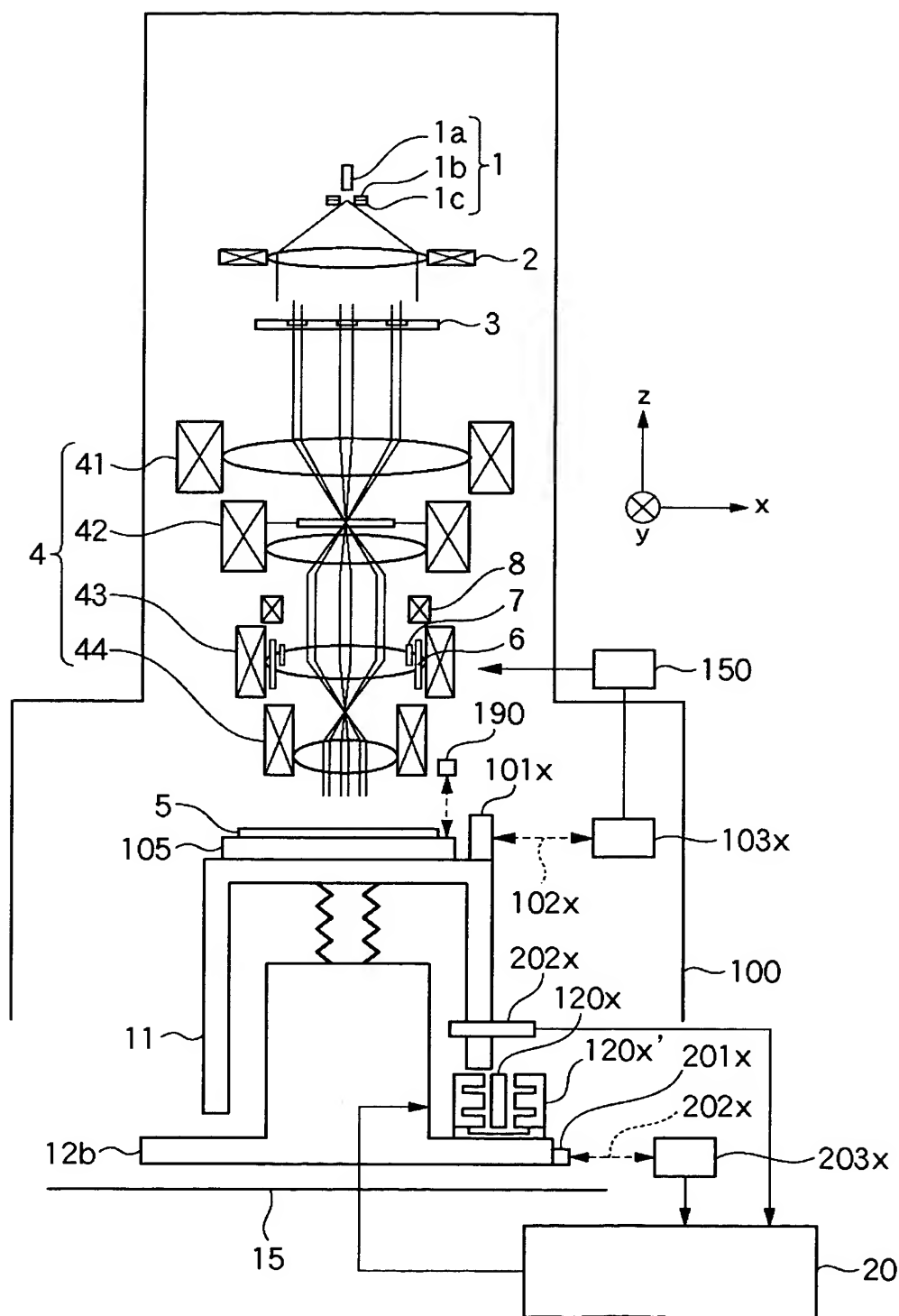
図 8 のウエハプロセスの詳細なフローを示す図である。

【符号の説明】

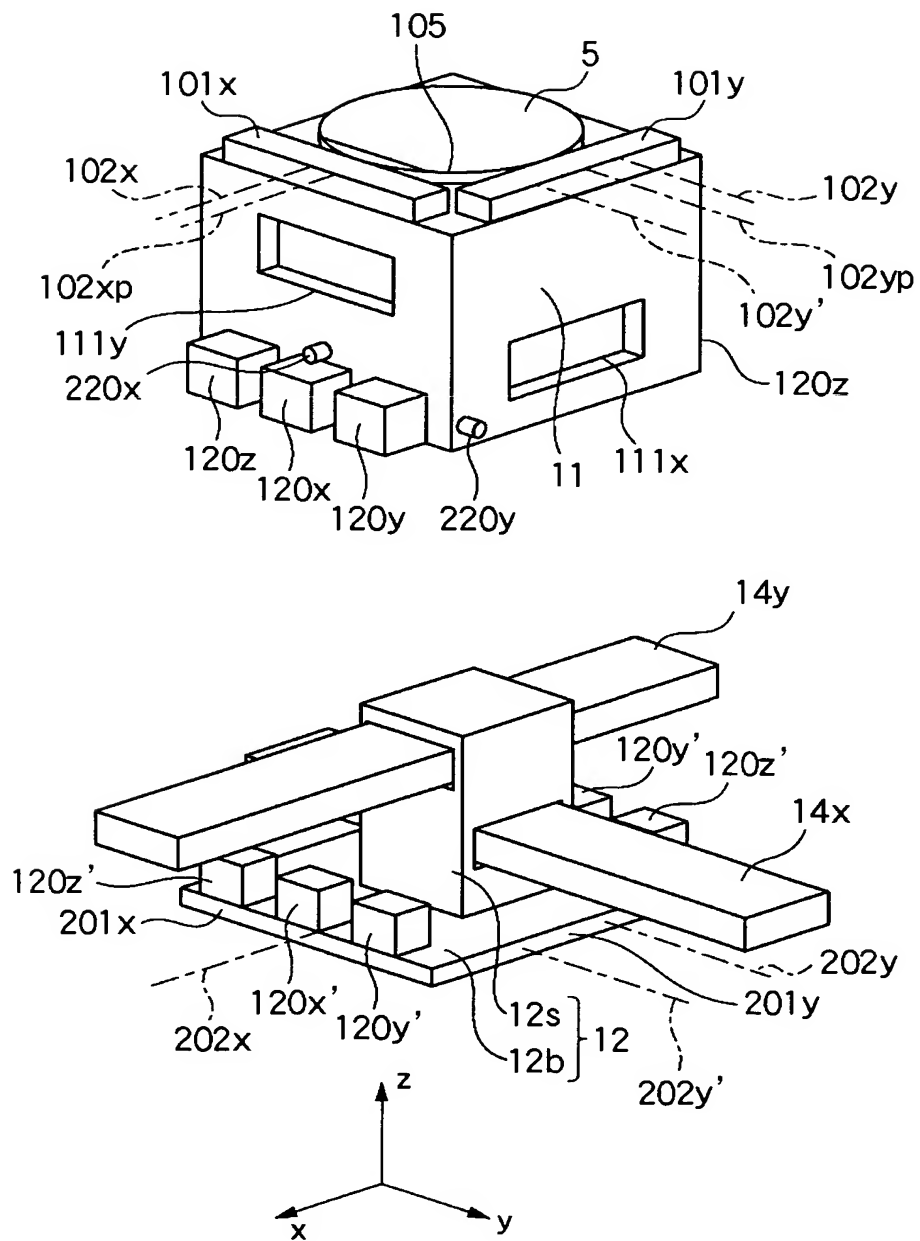
1：電子銃、2：コンデンサレンズ、3：要素電子光学系アレイ、4：縮小光学系電子アレイ、5：ウエハ、6：偏向器、11：微動ステージ、12：X Y 運搬ステージ、20：微動ステージコントローラ、100：試料チャンバ、103：基板面レーザ干渉計、120：電磁石、150：フィルタ、202：変位計、203：粗動系レーザ干渉計

【書類名】 図面

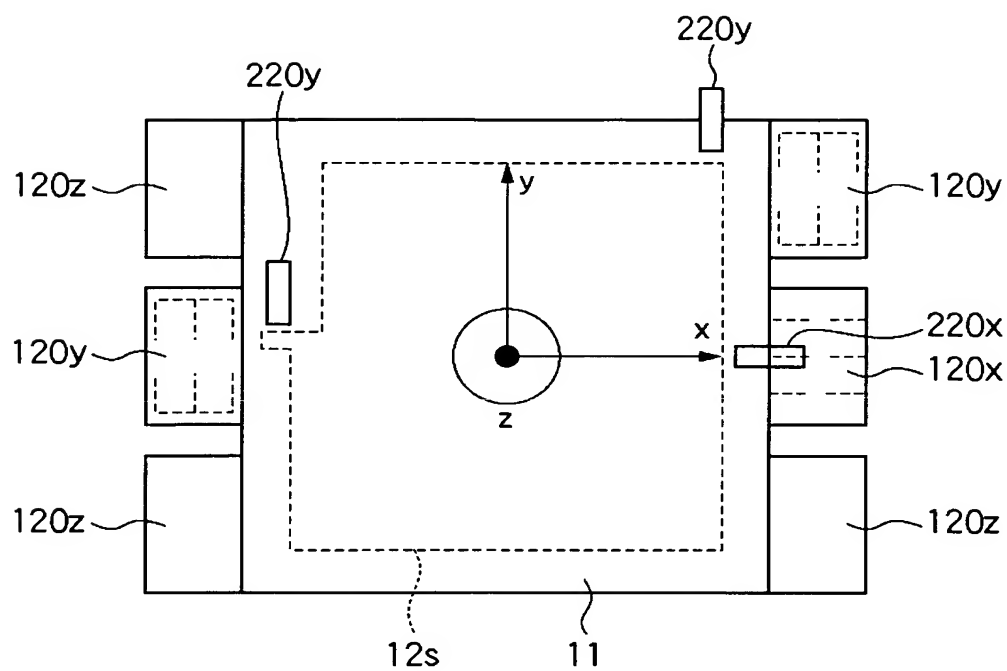
【図 1】



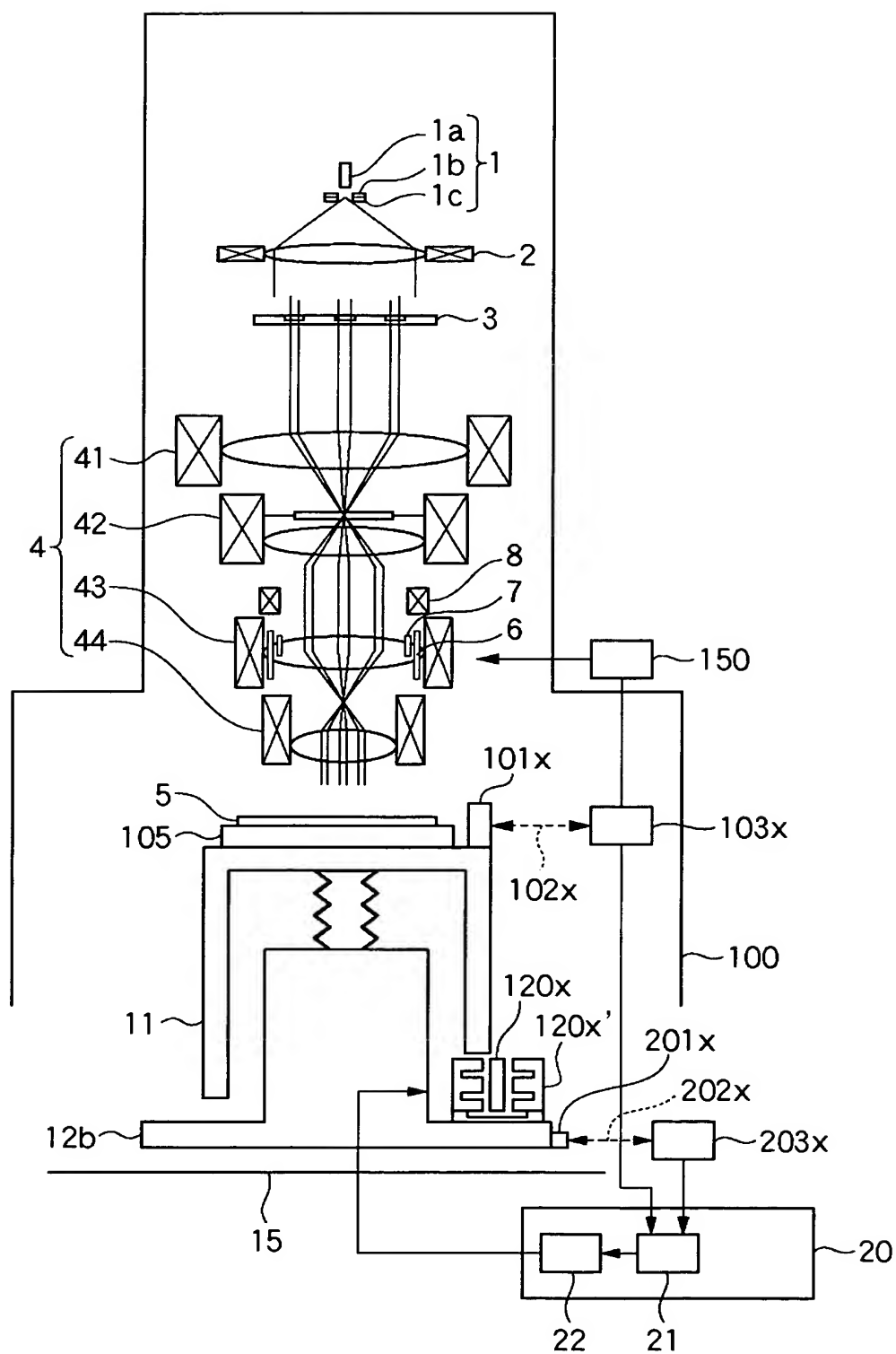
【図 2】



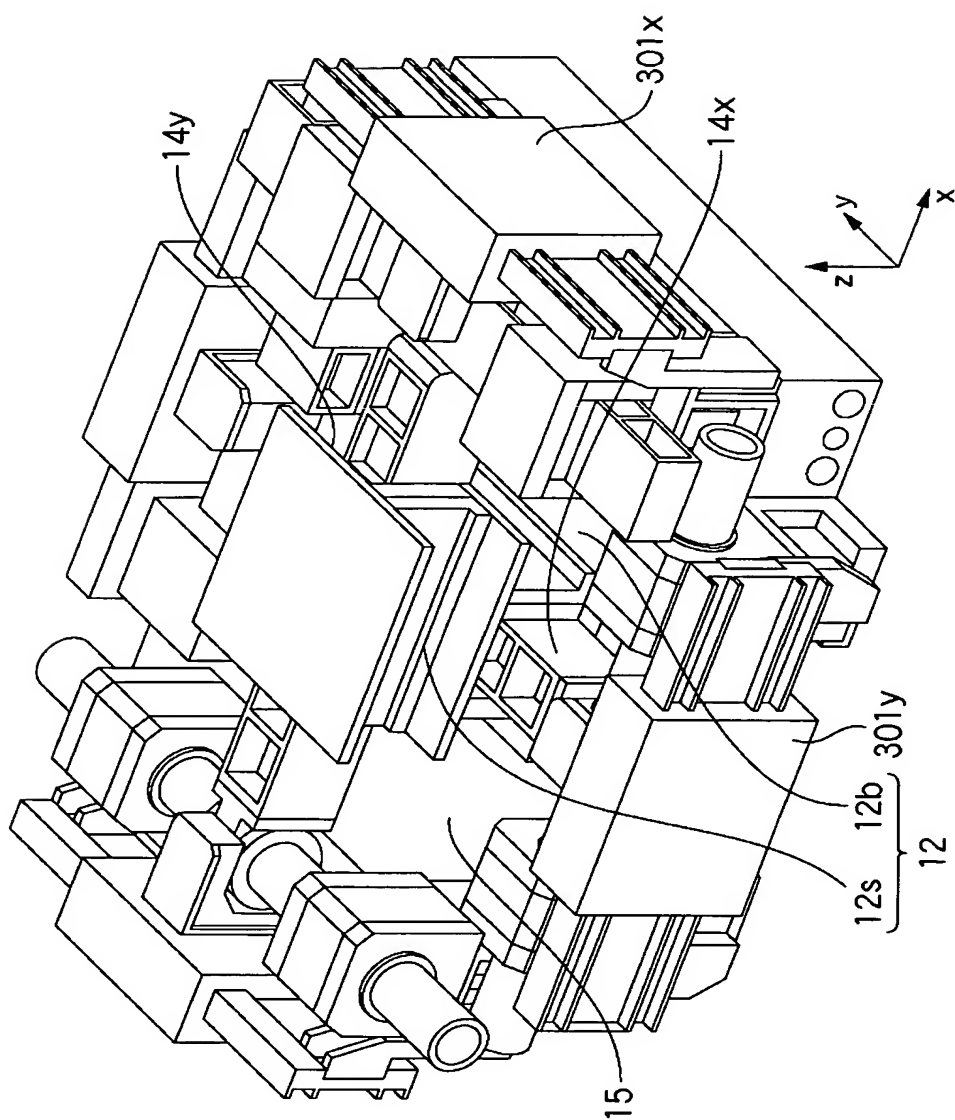
【図 3】



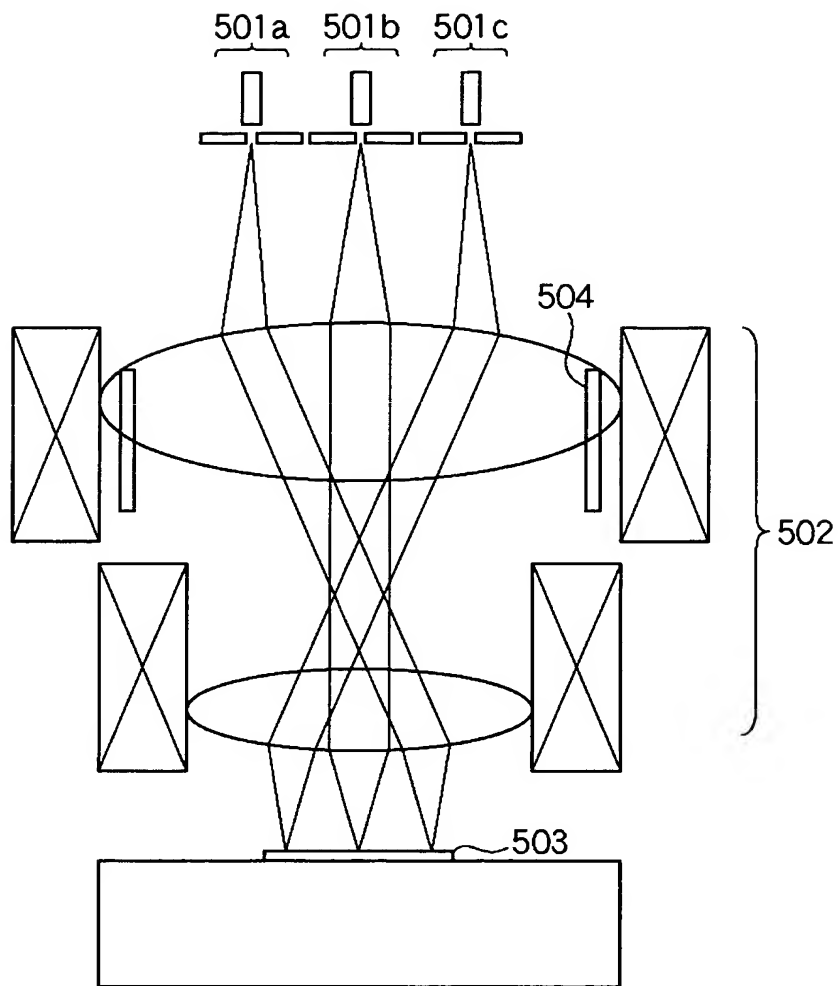
【図 4】



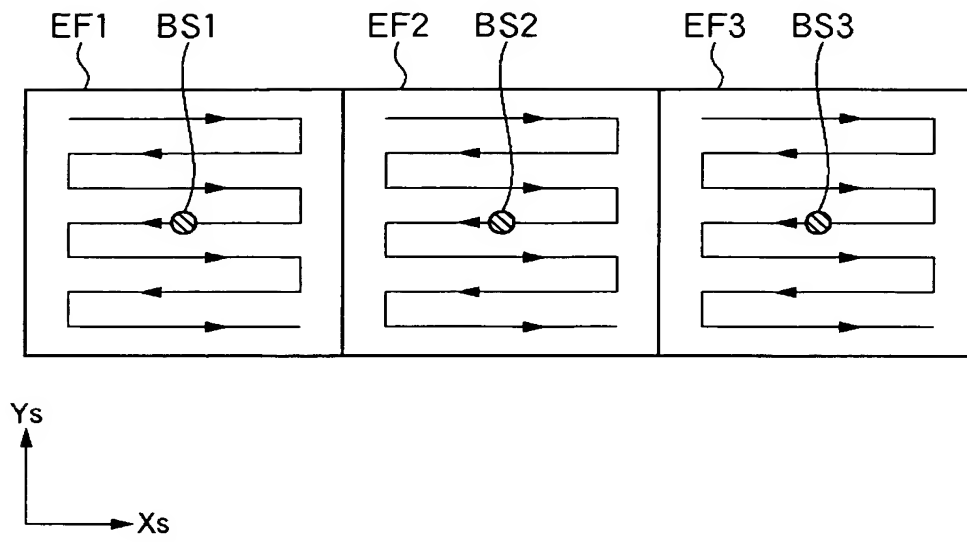
【図 5】



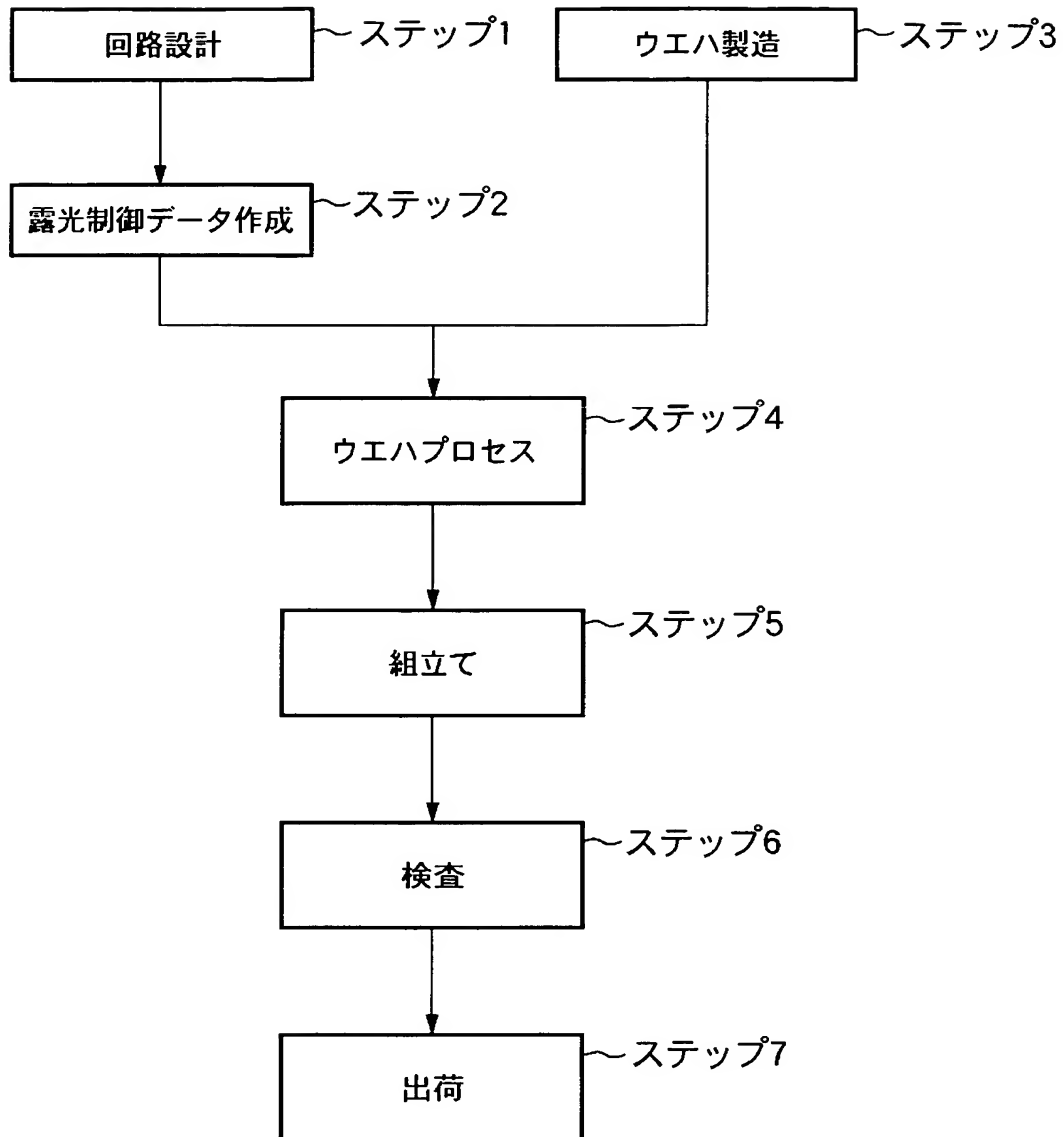
【図 6】



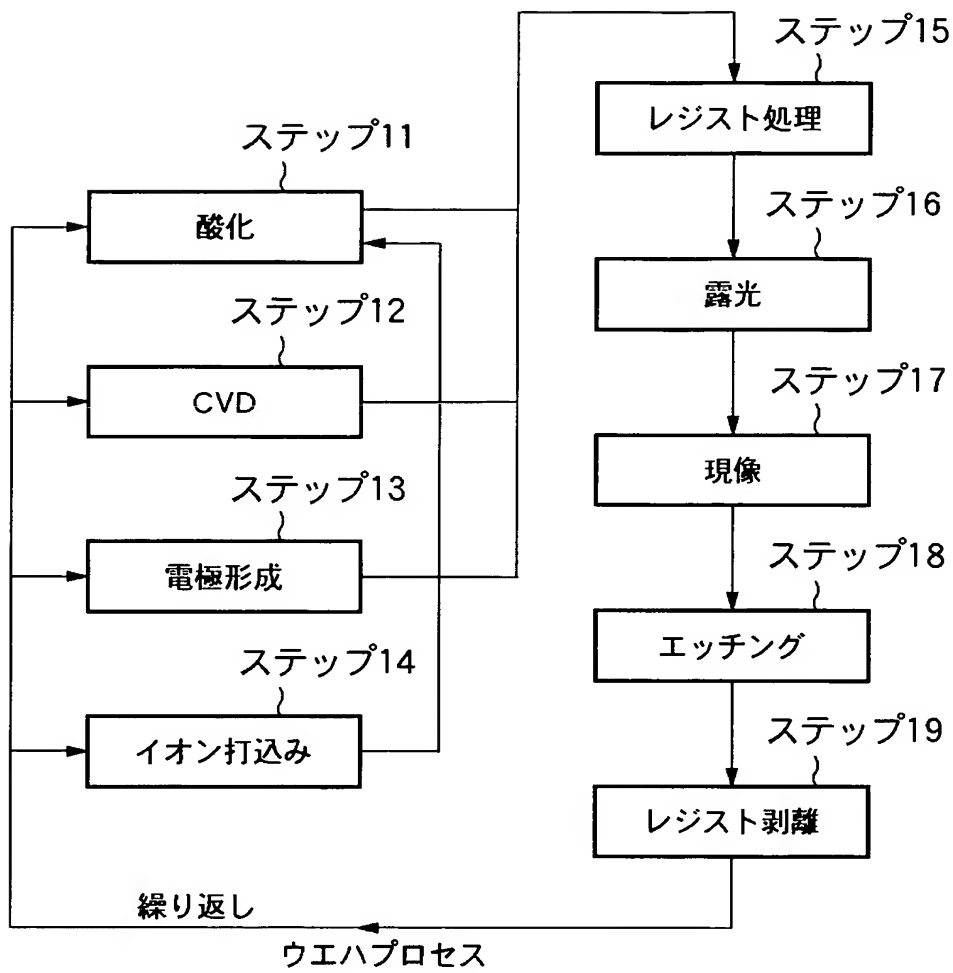
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 基板に高速かつ高精度にパターンを描画すること、及び、基板ステージを安定的に制御する。

【解決手段】 基板ステージ11と、基板ステージ11を搭載して x, y 方向に移動する運搬ステージ12と、運搬ステージ12に対して基板ステージ11を相対的に移動させる電磁アクチュエータ120, 120' と、運搬ステージ12の位置を計測するレーザ干渉計203xと、運搬ステージ12と基板ステージ11との相対的な変位を計測する変位センサ202xと、レーザ干渉計203x及び変位センサ202xの計測結果に基づいて電磁アクチュエータ120, 120' を制御するコントローラ20と、電子ビームを偏向させる偏向器6と、基板ステージ101xの位置を計測するレーザ干渉計103xと、レーザ干渉計103xによる計測値をフィルタリングして偏向器6に提供するフィルタ150とを備える。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 2 5 5 1 1 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 0 0 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

氏 名

キャノン株式会社